

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(51) Internationale Patentklassifikation ³ : G02F 1/137; G02B 5/30	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 84/ 02198 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 7. Juni 1984 (07.06.84)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP83/00307 (22) Internationales Anmeldedatum: 18. November 1983 (18.11.83) (31) Prioritätsaktenzeichen: P 32 44 885.6 (32) Prioritätsdatum: 2. Dezember 1982 (02.12.82) (33) Prioritätsland: DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MERCK PATENT GESELLSCHAFT MIT BE- SCHRÄNKTER HAFTUNG[DE/DE]; Frankfurter Str. 250, D-6100 Darmstadt (DE). (72) Erfinder;und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : HEPPKE, Gerd [DE/ DE]; Johann-Georg-Str. 3, D-1000 Berlin 31 (DE). OESTREICHER, Feodor [DE/DE]; Stuttgarter Platz 16, D-1000 Berlin 12 (DE). (74) Gemeinsamer Vertreter: MERCK PATENT GESELL- SCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG; Frankfurter Str. 250, D-6100 Darmstadt (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: DE, JP, US. Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

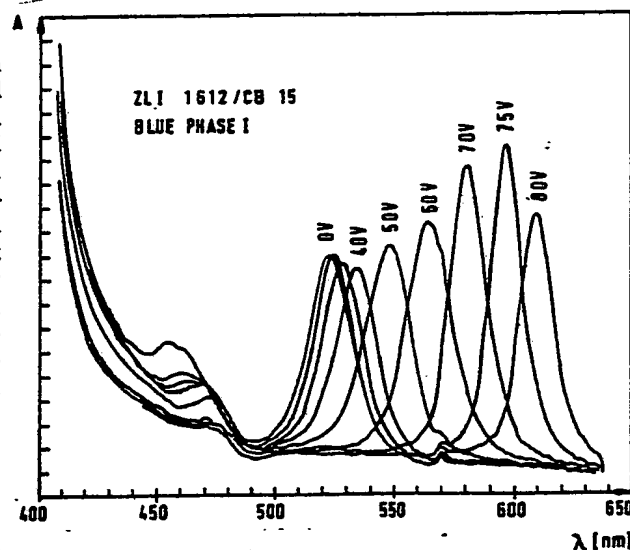
(54) Title: **COLOR SELECTIVE CIRCULAR POLARIZER AND UTILIZATION THEREOF**(54) Bezeichnung: **FARBSELEKTIVER ZIRKULARPOLARISATOR UND SEINE VERWENDUNG**

(57) Abstract

The circular polarizer contains a liquid cristal cell of which the liquid cristal layer (8) is within the so-called 'Blue Phase' and may be exposed to a variable electric field. The Blue Phase is an optically isotropic chiral phase which reflects circularly polarized light as the cholesteric phase in a narrow frequency range and which, consequently, transmits within such spectrum only circularly polarized light (in the opposite direction). The reflection band modifies its position under the influence of the field and is almost continuously shifted from the blue towards the red with relatively low voltage variations. Owing to simple additional measurements, for example the addition of a circular polarizer not reacting to colors, the circular polarizer may be transformed into a color modulator and enables as well in particular a polychromatic information representation.

(57) Zusammenfassung

Der Zirkularpolarisator enthält eine Flüssigkristallzelle, deren Flüssigkristallschicht (8) in der sogenannten 'Blue Phase' vorliegt und einem variablen elektrischen Feld ausgesetzt werden kann. Die Blue Phase ist eine optisch isotrope chirale Phase, die wie die cholesterische Phase in einem schmalen Frequenzband zirkularpolarisiertes Licht reflektiert und dementsprechend in diesem Spektralbereich nur (gegensinnig) zirkularpolarisiertes Licht transmittiert. Das Reflektionsband ändert unter Feldeinfluss seine Lage und lässt sich mit relativ geringen Spannungsänderungen nahezu kontinuierlich von Blau nach Rot verschieben. Der Zirkularpolarisator kann durch einfache Zusatzmassnahmen, etwa durch Hinzunahme eines farbneutralen Zirkularpolarisators, zu einem Farbmodulator weitergebildet werden und ermöglicht insbesondere auch eine mehrfarbige Informationsdarstellung.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	LI	Liechtenstein
AU	Australien	LK	Sri Lanka
BE	Belgien	LU	Luxemburg
BR	Brasilien	MC	Monaco
CF	Zentrale Afrikanische Republik	MG	Madagaskar
CG	Kongo	MR	Mauritanien
CH	Schweiz	MW	Malawi
CM	Kamerun	NL	Niederlande
DE	Deutschland, Bundesrepublik	NO	Norwegen
DK	Dänemark	RO	Rumänien
FI	Finnland	SE	Schweden
FR	Frankreich	SN	Senegal
GA	Gabun	SU	Soviet Union
GB	Vereinigtes Königreich	TD	Tschad
HU	Ungarn	TG	Togo
JP	Japan	US	Vereinigte Staaten von Amerika
KP	Demokratische Volksrepublik Korea		

Farbselektiver Zirkularpolarisator und seine Verwendung

Die Erfindung betrifft einen Zirkularpolarisator mit spannungskontrollierter Farbselektion. Der Polarisator enthält eine Flüssigkristallzelle mit zwei Trägerplatten, 5 die auf ihren einander zugewandten Flächen jeweils mit elektrisch leitfähigen Belägen (Elektroden) versehen sind und eine chirale, farbselektiv reflektierende Flüssigkristallschicht zwischen sich einschließen. Eine solche Anordnung ist aus Mol.Cryst.Liq.Cryst.Lett. 64 10 (1980) 69 bekannt.

Cholesterische Flüssigkristalle zeigen, wenn ihre Moleküle planar orientiert sind, einen charakteristischen optischen Effekt: Sie reflektieren Licht in einem schmalen, ge- 15 wöhnlich nur einige wenig Nanometer umfassenden Frequenzband. Das reflektierte Licht ist zirkularpolarisiert, und zwar mit dem gleichen Drehsinn, in dem die Flüssigkristallmoleküle gegeneinander verschraubt sind. Das Reflexionsmaximum liegt bei einer Wellenlänge λ_{\max} , die bei senkrechtem Lichteinfall der Helixganghöhe im Flüssigkristall 20 entspricht und mit zunehmendem Einfallswinkel abnimmt. Das Transmissionsverhalten dieser Flüssigkristalle ist komplementär, das heißt, in einem um λ_{\max} zentrierten Spektralbereich wird nur Licht hindurchgelassen, das gegensinnig zur reflektierten Strahlung zirkularpolarisiert 25 ist. Andersfarbiges Licht tritt unbeeinflusst durch.

Die Wellenlänge der maximalen Reflexion hängt nicht nur von der Betrachtungsrichtung ab, sondern reagiert auch auf Temperaturänderungen und läßt sich vor allem, wie man schon seit langem weiß, auch durch Anlegen einer 30 elektrischen Spannung variieren (IEEE Trans.on Electron Devices ED-15 (1968)896). Dieser elektro-optische Effekt ermöglicht an sich eine Reihe von interessanten Anwen-

dungen, beispielsweise auf dem Gebiet der Meßtechnik oder etwa bei der Bildaufzeichnung und -wiedergabe; er hat allerdings bis heute noch keinen Eingang in die Praxis finden können. Das liegt vor allem daran, daß man das
5 Reflexionsband im Grunde nur relativ begrenzt verschieben kann; so wird in der eingangs zitierten Literaturstelle von λ_{max} -Verschiebungen berichtet, die trotz sorgfältiger Auswahl des Flüssigkristalls nicht über 30 nm hinausgehen. Im übrigen ist es auch nicht ganz einfach,
10 dem Flüssigkristall eine planare Textur zu geben, die auch unter Feldeinwirkung stabil und störungsfrei erhalten bleibt.

Die Farbauswahl wird größer, wenn man zu einer Zelle mit einem nematischen Flüssigkristall zwischen gekreuzten
15 Linearpolarisatoren übergeht und mit der elektrischen Spannung die Doppelbrechungseigenschaften des Flüssigkristalls verändert (Techn.Mitt.AEG-Telefunken 62 (1972)3). Aber auch hier müssen die Flüssigkristallmoleküle einheitlich vororientiert werden. Erschwerend kommt hinzu,
20 daß brauchbare Resultate nur dann zustandekommen, wenn die Flüssigkristallschicht mit einem Parallelstrahlbündel beleuchtet wird und eine extrem eng tolerierte Dicke hat.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen farbselektiven Zirkularpolarisator auf Flüssigkristallbasis anzugeben, der sich in relativ weiten Grenzen modulieren läßt und zudem ohne sonderlichen Aufwand hergestellt werden kann. Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen,
25 bei einer Anordnung der eingangs genannten Art die chirale Flüssigkristallschicht in eine optisch isotrope Phase zu bringen.
30

Diese Phase, für die sich inzwischen der Begriff "Blue Phase" (BP) eingebürgert hat, ist in den letzten Jahren intensiv untersucht worden. Die bisher beobachteten Phänomene sind außerordentlich komplex und teilweise schwer zu deuten, so daß man eigentlich noch nicht recht weiß, unter welchen Bedingungen eine BP entsteht und in welcher Weise ihre Moleküle geordnet sind. Es ist noch nicht einmal sicher, ob es sich bei der Blue Phase um eine eigenständige Phase im strengen Sinne handelt oder ob man es lediglich mit einer besonderen Textur der cholesterischen Phase zu tun hat. Ungeachtet dieser noch ungeklärten Frage läßt sich die BP jedoch eindeutig identifizieren:

Sie tritt auf, wenn man bestimmte chirale Systeme aus der cholesterischen Phase erwärmt bzw. aus der isotropen Phase abkühlt. Sie ist in einem engen, allenfalls wenige Grad Celsius breiten Temperaturbereich unterhalb des Klärpunkts stabil. Die BP ist nicht oder allenfalls schwach doppelbrechend; ihre Moleküle sind im statistischen Mittel isotrop verteilt. Es existieren wenigstens zwei unterscheidbare, dreidimensional geordnete BP-Modifikationen, von denen die eine (BP I) bei tieferen Temperaturen und die andere (BP II) bei höheren Temperaturen vorherrscht. Bei den Übergängen cholesterisch/BPI und BPI/BPII - beide Übergänge sind wahrscheinlich von erster Ordnung - ändert sich die Entropie nur sehr wenig; beim Übergang BPII/isotrop ist der Entropieunterschied dagegen groß. Beide Blue-Phase-Typen zeigen die von der cholesterischen Phase her geläufige Selektiv-Reflexion, wobei die Reflexionsmaxima bei verschiedenen, im allgemeinen gegenüber $\lambda_{\max}^{\text{chol}}$ rot-verschobenen Wellenlängen liegen; häufig gilt $\lambda_{\max}^{\text{BPI}} > \lambda_{\max}^{\text{BPII}} > \lambda_{\max}^{\text{chol}}$. Eine detaillierte Beschreibung der Blue Phase findet sich in der von W. Helfrich und G. Heppke herausgegebenen Monographie

"Liquid Crystals of One and Two-Dimensional Order",
Springer Verlag, 1980, auf Seiten 161 - 175.

Überraschenderweise wurde nun gefunden, daß die Reflexions-
banden beider BP-Typen spannungsabhängig sind:

- 5 $\lambda_{\max}^{\text{BPI}}$ und $\lambda_{\max}^{\text{BPII}}$ können beispielsweise mit wachsender, an
die Elektroden der beiden Trägerplatten angelegter elektri-
scher Spannung stetig zunehmen. Befindet sich ein Flüssig-
kristall mit einem $\Delta\epsilon > 0$ im BPI-Zustand, so geht das System
10 mit steigender Spannung zunächst in die cholesterische und
dann in die homöotrop-nematische Phase über. Startet man
mit diesem Flüssigkristall aus der Phase BPII, so durch-
läuft er erst die Phase BPI, ehe er in die cholesterische
und schließlich in die homöotrop-nematische Phase ein-
15 tritt. Das bedeutet, daß man bei Wahl einer geeigneten
Arbeitstemperatur allein durch Variation der Spannung min-
destens zwei verschiedenen Reflexionsbanden erfassen kann.
Versuche haben gezeigt, daß sich die Variationsbereiche
von $\lambda_{\max}^{\text{BPI}}$ und $\lambda_{\max}^{\text{BPII}}$ über weit mehr als 100 nm erstrecken
20 können und praktisch lückenlos ineinander übergehen.
Unter günstigen Bedingungen läßt sich daher mit einem
relativ geringen Spannungshub nahezu das gesamte sicht-
bare Spektrum überstreichen. Der gefundene Effekt tritt
25 bemerkenswerterweise auch dann ein, wenn die Flüssig-
kristallschicht keine bestimmte Molekülausrichtung erhal-
ten hat. Eine (verkippte) homogene oder (verkippt) homöo-
trophe Wandorientierung beeinflusst allenfalls die Lage
der Reflexionsbanden, eine Wirkung, die im Einzelfall
30 durchaus erwünscht sein kan. Abgesehen davon läßt sich
die Selektivreflexion relativ bequem auch auf großen Flä-
chen mit einheitlichen, wohldefinierten Werten realisie-
ren; optische Störungen, etwa die bei cholesterischen
Phasen häufig unvermeidlichen Disklinationslinien, treten
35 nicht auf.

Es ist an sich bekannt, daß das Reflexionsspektrum der BP relativ empfindlich auf Temperatur- und Druckänderungen reagiert. Die Blue Phase wurde auch schon in einem elektrischen Feld untersucht (Mol.Cryst.Liq.Cryst.Lett. 5 64 (1980) 41 und Mol.Cryst.Liq.Cryst. 84 (1982) 159); einen Einfluß auf die Selektiv-Reflexion hatte man allerdings nicht registriert. Das ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß das E-Feld bisher nur zu anderen Zwecken, nämlich zur Erzeugung von Phasenübergängen, herangezogen 10 worden ist und der vorliegende Effekt nur dann augenfällig wird, wenn man hydrodynamische Instabilitäten vermeidet und nicht-reflektierte Lichtanteile wegfiltert.

Aus den bisher ermittelten Daten läßt sich schließen, daß die gemessene Reflexionsbandverschiebung ein reiner Feldeffekt ist. Er ist besonders ausgeprägt, wenn eine Wechselspannung im Audiofrequenzbereich verwendet wird, die 15 Blue Phase in einem breiten Temperaturbereich mit endlichen Intervallen existiert, in denen nur eine der beiden BP-Modifikationen ausgebildet wird, die Ganghöhe der chiralen Substanz relativ gering ist und unter einem 20 kritischen, von der Molekülanordnung abhängigen Wert zwischen 380 nm und 540 nm bleibt und im übrigen so bemessen ist, daß die BP-Reflexionsbanden im Sichtbaren liegen. Diese Forderungen lassen sich einfach erfüllen, 25 wenn man eine oder mehrere nematische Komponenten mit einer oder mehreren chiralen Komponenten mischt. Es kommen aber auch einzelne chirale Verbindungen in Frage.

Ein erfindungsgemäßer Polarisator kann in Reflexion wie auch in Transmission arbeiten. Fügt man noch einen farbneutralen Zirkularpolarisator hinzu, der nur Licht passieren läßt, das gleichsinnig wie das selektiv-reflektierte Licht zirkularpolarisiert ist, so erhält man im Durchlichtbetrieb einen Zirkularpolarisator mit variablem Stop- 30

band und im Auflichtbetrieb einen steuerbaren Selektivspiegel. Diese Anordnungen lassen sich durch Segmentierung ihrer Elektroden zu Anzeigevorrichtungen ausbauen, die optische Informationen in beliebigen, reinen Farben liefern.

- Vorzugsweise trägt zumindest eine der beiden Trägerplatten des erfindungsgemäßen Zirkularpolarisators auf ihrer Innenfläche eine Orientierungsschicht, die die angrenzenden Flüssigkristallmoleküle einheitlich orientiert.
- 10 Weiterhin bevorzugt sind erfindungsgemäße Zirkularpolarisatoren, deren Flüssigkristallschicht aus einem Flüssigkristall mit einer Ganghöhe besteht, die dem Wellenlängenbereich des Lichts entspricht.
- 15 Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist somit ein Zirkularpolarisator mit spannungskontrollierter Farbselektion, enthaltend eine Flüssigkristallzelle mit zwei Trägerplatten, die auf ihren einander zugewandten Flächen (Innenflächen) jeweils mit elektrisch leitfähigen Belägen (Elektroden) versehen sind und eine chirale, farbselektiv reflektierende Flüssigkristallschicht zwischen
- 20 sich einschließen, dadurch gekennzeichnet, daß die chirale Flüssigkristallschicht (8) in einer optisch isotropen Phase vorliegt; insbesondere ein farbselektiver Zirkularpolarisator an dessen Elektroden (6, 7) der
- 25 beiden Trägerplatten (2, 3) eine elektrische Spannung angelegt werden kann. Gegenstand der Erfindung ist weiterhin eine erfindungsgemäßer farbselektiver Zirkularpolarisator dessen Flüssigkristallschicht (8) aus
- 30 einem Flüssigkristall mit einer Ganghöhe besteht, die dem Wellenlängenbereich des Lichts entspricht.

- 7 -

Gegenstand der Erfindung ist weiterhin ein erfindungs-
gemäßer farbselektiver Zirkularpolarisator, der vor bzw.
hinter der Flüssigkristallschicht (8) einen farbneutralen
Zirkularpolarisator trägt, der nur Licht passieren läßt,
5 das gleichsinnig wie das von der Flüssigkristallschicht
(8) farbselektiv reflektierte Licht zirkularpolarisiert
ist, und der in Reflexion bzw. Transmission betrieben wird.

Weiterhin Gegenstand der Erfindung ist ein erfindungs-
gemäßer farbselektiver Zirkularpolarisator, worin zumin-
10 dest die Elektrode einer der beiden Trägerplatten (2, 3)
aus getrennt ansteuerbaren Teilelektroden (6) zusammen-
gesetzt ist.

Ferner ist Gegenstand der Erfindung die Verwendung eines
dieser farbselektiven Zirkularpolarisatoren als elektro-
15 optischer Baustein.

Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen
in Verbindung mit der beigefügten Zeichnung näher er-
läutert werden. In der Zeichnung zeigen:

- 20 Fig. 1 eine erfindungsgemäße Flüssigkristallanzeige, in
einem etwas schematisierten Seitenschnitt;
Fig. 2 die Absorptionsspektren dieses Displays für ausge-
suchte Spannungswerte bei einer Temperatur T_1 ,
in der die Flüssigkristallschicht im BPI-Zustand
vorliegt;
25 Fig. 3 die in Fig. 2 dargestellten Zusammenhänge bei einer
Temperatur T_2 im Existenzbereich der Blue Phase II;
Fig. 4 die den Figuren 2 und 3 entnommenen λ_{\max} -Werte als
Funktion der Spannung;
30 Fig. 5, 6 und 7 die Abhängigkeiten, die in den Fig. 2, 3
und 4 eingezeichnet sind, für ein weite-
res Flüssigkristallsystem.

Das Display der Fig. 1 dient zur Darstellung mehrziffri-
ger Zahlen. Es enthält im einzelnen einen Zirkularpolari-
sator 1, eine vordere Trägerplatte (Vorderplatte) 2,
eine hinter Trägerplatte (Rückplatte) 3 sowie eine Heiz-
5 folie 4. Die beiden Platten werden durch einen Rahmen 5
dicht miteinander verbunden und sind auf ihren Innenflä-
chen jeweils mit Dünnschichtelektroden versehen. Die
Elektrode der Vorderplatte besteht aus getrennt ansteu-
erbaren Segmenten 6, während die Elektrode der Rückplatte
10 (Rückelettrode) 7 einteilig gestaltet ist. Die vom Rah-
men 5 und den beiden Platten 2, 3 gebildete Kammer ist
mit einer chiralen Flüssigkristallschicht 8 gefüllt. Die
Schicht 8 reflektiert rechtshändig zirkularpolarisiertes
Licht; der Polarisator 1 läßt Licht dieser Drehrichtung
15 durchtreten. Die Anzeige wird von einer Lichtquelle 9
beleuchtet.

Das Display arbeitet folgendermaßen:

Die von der Lichtquelle 9 emittierte Strahlung durch-
setzt den Polarisator 1 und trifft zirkularpolarisiert
20 auf die Flüssigkristallschicht 8. Die Schicht reflektiert
farbselektiv, und zwar in den eingeschalteten Anzeigeele-
menten in einer ersten Farbe und in den ausgeschalteten
Anzeigeelementen sowie im gesamten Restbereich in einer
zweiten Farbe. Das reflektierte Licht ist weiterhin
25 rechtshändig zirkularpolarisiert; es passiert den Polari-
sator 1 und tritt im wesentlichen unter einem dem Ein-
trittswinkel entsprechenden Winkel wieder aus. Die nicht-
reflektierte Strahlung entweicht zum Teil nach hinten und
wird teilweise an den Oberflächen der Elemente 3, 4 und 7
30 gespiegelt. Das gespiegelte Licht ist - anders als das
selektivreflektierte Licht - linkszirkularpolarisiert
und wird vom Polarisator 1 abgefangen. Somit entsteht im
Ergebnis ein farbiges Bild auf einem andersfarbigen
Grund. Sollte der Farbkontrast durch Spiegelungen an der

Frontseite des Polarisators 1 beeinträchtigt werden, so empfiehlt es sich, dieses Teil zu entspiegeln und/oder die Anzeige aus einer etwas anderen Richtung zu betrachten.

- 5 Die Flüssigkristallschicht kann im Rahmen der Erfindung höchst unterschiedlich zusammengesetzt sein. Dem Fachmann stehen aus dem Stand der Technik Flüssigkristalle in großer Vielfalt zur Verfügung. Sie können nach Routine-
- 10 methoden ausgewählt werden. Normalerweise besteht die Flüssigkristallschicht aus einem Flüssigkristall bestehend aus 1 bis 15, vorzugsweise 2 bis 12 Flüssigkristall-Komponenten, darunter mindestens einer chiralen Komponente. Die anderen Bestandteile werden vorzugs-
- 15 weise ausgewählt aus den nematischen oder nematogenen Substanzen, insbesondere den bekannten Substanzen, z.B. aus den Klassen der Azoxybenzole, Benzylidenaniline, Biphenyle, Terphenyle, Phenyl- oder Cyclohexylbenzoate, Cyclohexan-carbonsäurephenyl- oder -cyclohexyl-ester, Phenylcyclohexane, Cyclohexylbiphenyle, Cyclohexyl-
- 20 cyclohexane, Cyclohexylnaphthaline, 1,4-Bis-cyclohexylbenzole, 4,4'-Bis-cyclohexylbiphenyle, Phenyl- oder Cyclohexylpyrimidine, Phenyl- oder Cyclohexyldioxane, gegebenenfalls halogenierten Stilbene, Benzylphenyl-ether, Tolane und substituierten Zimtsäuren.
- 25 Die wichtigsten als Bestandteile derartiger Flüssigkristallschichten in Frage kommenden Verbindungen lassen sich durch die Formel I charakterisieren,

R'-L-G-E-R''

I

- 30 worin L und E je ein carbo- oder heterocyclisches Ringsystem aus der aus 1,4-disubstituierten Benzol- und Cyclohexanringen, 4,4'-disubstituierten Biphenyl-, Phenylcyclohexan- und Cyclohexylcyclohexansystemen,



2,5-disubstituierten Pyrimidin- und 1,3-Dioxanringen, 2,6-disubstituiertem Naphthalin, Di- und Tetrahydro-naphthalin, Chinazolin und Tetrahydrochinazolin gebildeten Gruppen,

5	G	-CH=CH-	-N(O)=N-
		-CH=CY-	-CH=N(O)-
		-C≡C-	-CH ₂ -CH ₂ -
		-CO-O-	-CH ₂ -O-
		-CO-S-	-CH ₂ -S-
10		-CH=N-	-COO-Phe-COO-

oder eine C-C-Einfachbindung, Y Halogen, vorzugsweise Chlor, oder -CN, und R' und R'' Alkyl, Alkoxy, Alkanoyloxy oder Alkoxycarbonyloxy mit bis zu 18, vorzugsweise bis zu 8 Kohlenstoffatomen, oder einer dieser Reste
 15 auch CN, NC, NO₂, CF₃, F, Cl oder Br bedeuten.

Bei den meisten dieser Verbindungen sind R' und R'' voneinander verschieden, wobei einer dieser Reste meist eine Alkyl- oder Alkoxygruppe ist. Aber auch andere Varianten der vorgesehenen Substituenten sind gebräuchlich.
 20 Viele solcher Substanzen oder auch Gemische davon sind im Handel erhältlich. Alle diese Substanzen sind nach literaturbekannten Methoden herstellbar.

Als chirale Komponenten können im Prinzip alle bekannten cholesterischen und/oder nematisch-cholesterischen Flüssigkristall-Verbindungen eingesetzt werden.
 25 Die wichtigsten als chirale Komponenten in Frage kommenden Verbindungen lassen sich ebenfalls durch die Formel I charakterisieren, worin jedoch mindestens einer der Reste R' und R'' entsprechend verzweigt ist.
 30 Vorzugsweise enthalten diese optisch aktiven Verbindungen jedoch nicht mehr als einen verzweigten Rest.

Verzweigte Gruppen dieser Art enthalten in der Regel nicht mehr als eine Kettenverzweigung. Bevorzugte verzweigte Reste R und R sind Isopropyl, 2-Butyl (= 1-Methylpropyl), Isobutyl (= 2-Methylpropyl), 2-Methylbutyl, Isopentyl (= 3-Methylbutyl), 2-Methylpentyl, 3-Methylpentyl, 2-Ethylhexyl, 2-Propylpentyl, Isopropoxy, 2-Methylpropoxy, 2-Methylbutoxy, 3-Methylbutoxy, 2-Methylpentoxy, 3-Methylpentoxy, 2-Ethylhexoxy, 1-Methylhexoxy, 1-Methylheptoxy, 2-Oxa-3-methylbutyl, 3-Oxa-4-methylpentyl.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung erläutern, ohne sie zu begrenzen.

Beispiel 1

Die Flüssigkristallschicht besteht aus dem nematischen Gemisch "ZLI 1612" der Firma Merck (12 Gew.% p-trans-4-Propylcyclohexyl-benzonitril, 30 Gew.% p-trans-4-Pentylcyclohexyl-benzonitril, 20 Gew.% 4-Pentyl-4'-cyanbiphenyl, 10 Gew.% 4-Cyan-4'-(trans-4-pentylcyclohexyl)-biphenyl, 10 Gew.% 4-p-Cyanphenyl-4'-pentyl-biphenyl und 18 Gew.% p-trans-4-Butylcyclohexyl-benzoesäure-(trans-4-propylcyclohexylester)), dem 59,7 Gew.% der chiralen Verbindung "CB 15" (2-Methylbutyl-4'-cyanbiphenyl) der Firma BDH zugesetzt sind. Diese Mehrkomponentenmischung ist bei Temperaturen unterhalb 20,5 °C cholesterisch, oberhalb 23,8 °C isotrop, bei Temperaturen zwischen 20,5 °C und 22,4 °C im BPI-Zustand und zwischen 22,4 °C und 23,8 °C in der Phase BPII. Das selektiv reflektierte Licht ist rechtsdrehend zirkularpolarisiert.

- Fig. 2 zeigt das Absorptions-(=Reflexions-)Spektrum der Flüssigkristallsubstanz bei einer Temperatur von 22,3 °C, bei der die Mischung also gerade noch in der Blue Phase I vorliegt. Aufgetragen ist die Absorption A, gemessen in willkürlichen Einheiten gegen die Wellenlänge. Die vermessene Flüssigkristallschicht war 20 µm dick und wurde an eine 1kHz-Wechselspannung gelegt. Der Figur entnimmt man, daß sich mit zunehmender Spannungsamplitude des Bandenmaximum von 520 nm (0 V) zu 605 nm (80 V) hin verschiebt.
- Bei weiterer Spannungserhöhung bildet sich die cholesterische Phase aus, die sich schließlich noch zur homöotrop-orientierten nematischen Phase aufwinden läßt.

- Wiederholt man die Messungen bei einer Temperatur von 23,4 °C, bei der der Flüssigkristall den BPII-Zustand einnimmt, so wandert, wie aus Fig. 3 hervorgeht, λ_{\max} von 455 nm (0 V) auf 490 nm (60 V). Bei höheren Spannungswerten erfolgt eine Umwandlung in die Blue Phase I, und innerhalb dieses Zustandes wächst λ_{\max} von 520 nm (65 V) auf 600 nm (75 V).

- In Fig. 4 sind noch einmal $\lambda_{\max}^{\text{BPI}}$ und $\lambda_{\max}^{\text{BPII}}$ in Abhängigkeit von der angelegten Spannung dargestellt. Man sieht, daß sich die meisten Spektralfarben ansteuern lassen.

Beispiel 2

- Der nematischen Substanz "RO-TN 404" von Hoffmann-LaRoche sind 62,3 Gew.% "CB 15" zugemischt. Die Mischung ist bis 23,7 °C cholesterisch, ab 27,7 °C isotrop und hat bei 26 °C einen Phasenübergang BPI/BPII.

- Die Absorptionsspektren dieser Mischung sind in den Figuren 5 und 6 eingetragen, die sich auf die Phasen BPI bzw. BPII beziehen. Fig. 7 gibt die λ_{\max} /Spannungs-Kurven;

sie weist aus, daß bei dem System RO-TN 404/CB 15 die beiden Farbbänder etwas näher zusammengedrückt sind als bei dem System ZLI 1612/CB 15.

- 5 Alle Meßergebnisse waren reversibel und unempfindlich gegenüber Änderungen der Wechselspannungsfrequenz, zumindest im Bereich zwischen 10^2 Hz und 10^3 Hz. Erst bei höheren Frequenzen machte sich eine dielektrische Erwärmung störend bemerkbar, und bei sehr tiefen Frequenzen um 10 Hz traten hydrodynamische Turbulenzen auf.
- 10 Die Erfindung ist nicht auf die Beispiele beschränkt. So reichen in bestimmten Fällen die Möglichkeiten, die eine einzige BP-Modifikation bietet, durchaus aus. Kommt es auf eine besonders große Farbvielfalt an, so kann man auch noch die Selektivreflexion der cholesterischen Phase
- 15 einbeziehen. Unabhängig davon kann die Flüssigkristallschicht bezüglich bestimmter Eigenschaften modifiziert werden; beispielsweise ein $\Delta\epsilon$ aufweisen, das positiv oder negativ ist oder dessen Vorzeichen von der Frequenz abhängt. Im übrigen bleibt es dem Fachmann unbenommen,
- 20 den vorliegenden Polarisator, z. B. als elektro-optischen Baustein, auch für andere Zwecke, etwa als ein- und ausschaltbaren Zirkularpolarisator für monochromatische Strahlungsquellen oder als verschiebbares Frequenzfenster bei Spektrographen, zu verwenden und entsprechend
- 25 anzupassen.

Patentansprüche

1. Zirkularpolarisator mit spannungskontrollierter Farbselektion, enthaltend eine Flüssigkristallzelle mit zwei Trägerplatten, die auf ihren einander zugewandten Flächen
5 (Innenflächen) jeweils mit elektrisch leitfähigen Belägen (Elektroden) versehen sind und eine chirale, farbselektiv reflektierende Flüssigkristallschicht zwischen sich einschließen, dadurch gekennzeichnet, daß die chirale Flüssigkristallschicht (8) in einer optisch isotropen Phase vorliegt.
10
2. Farbselektiver Zirkularpolarisator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an die Elektroden (6, 7) der beiden Trägerplatten (2, 3) eine elektrische Spannung angelegt werden kann.

3. Farbselektiver Zirkularpolarisator nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristallschicht (8) aus einem Flüssigkristall mit einer Ganghöhe besteht, die dem Wellenlängenbereich des Lichts entspricht.
- 5
4. Farbselektiver Zirkularpolarisator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß vor oder hinter die Flüssigkristallschicht (8) ein farbneutraler Zirkularpolarisator (1) gesetzt ist, der nur Licht passieren läßt, das gleichsinnig wie das von der Flüssigkristallschicht (8) farbselektiv reflektierte Licht zirkularpolarisiert ist.
- 10
5. Farbselektiver Zirkularpolarisator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß er in Reflexion betrieben wird, wobei sich der farbneutrale Zirkularpolarisator (1) vor der Flüssigkristallschicht (8) befindet.
- 15
6. Farbselektiver Zirkularpolarisator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß er in Transmission betrieben wird, wobei sich der farbneutrale Zirkularpolarisator (1) hinter der Flüssigkristallschicht (8) befindet.
- 20
7. Farbselektiver Zirkularpolarisator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Elektrode einer der beiden Trägerplatten (2, 3) aus getrennt ansteuerbarer Teilelektroden (6) zusammengesetzt ist.
- 25
8. Verwendung eines farbselektiven Zirkularpolarisators nach einem der Ansprüche 1 bis 7 als elektro-optischer Baustein.

1 / 5

FIG. 1

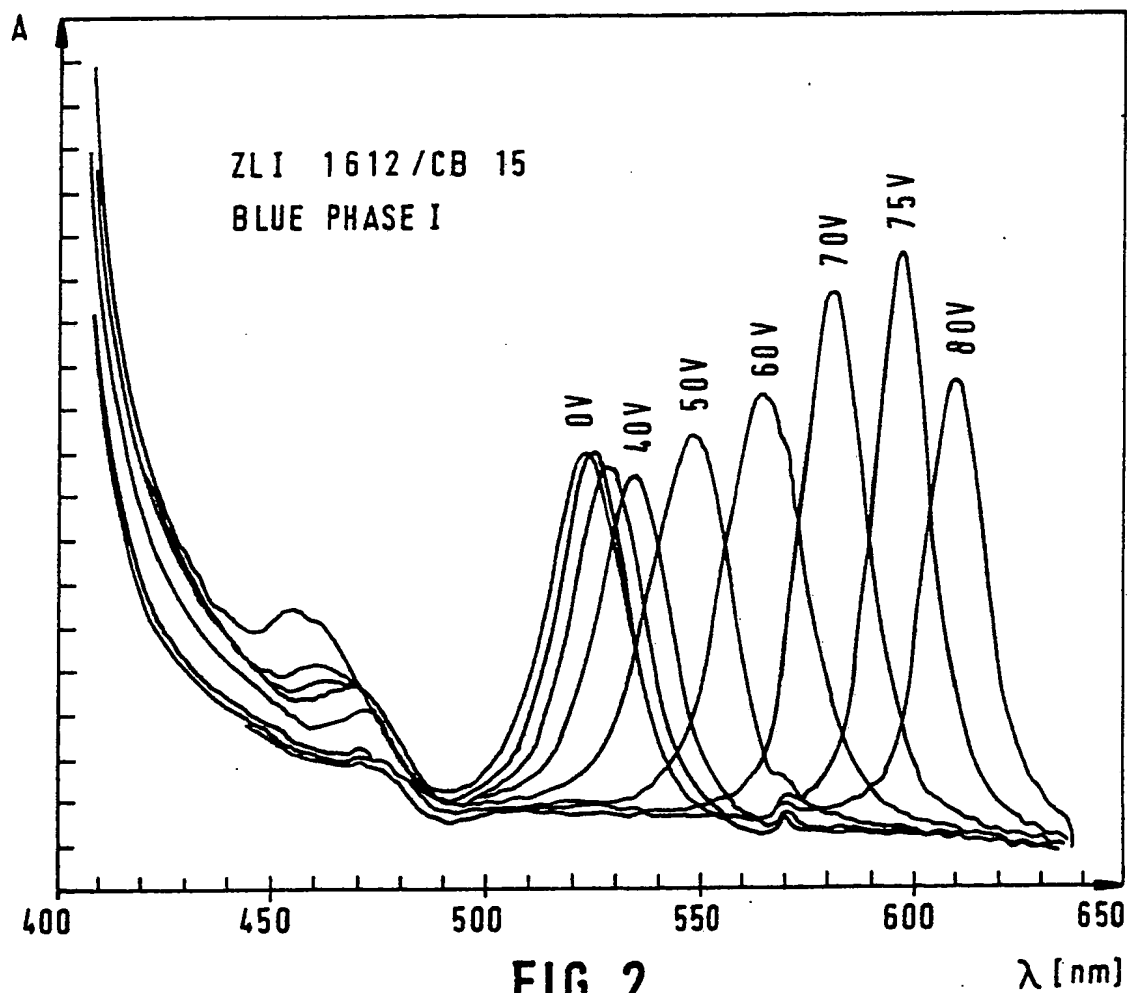
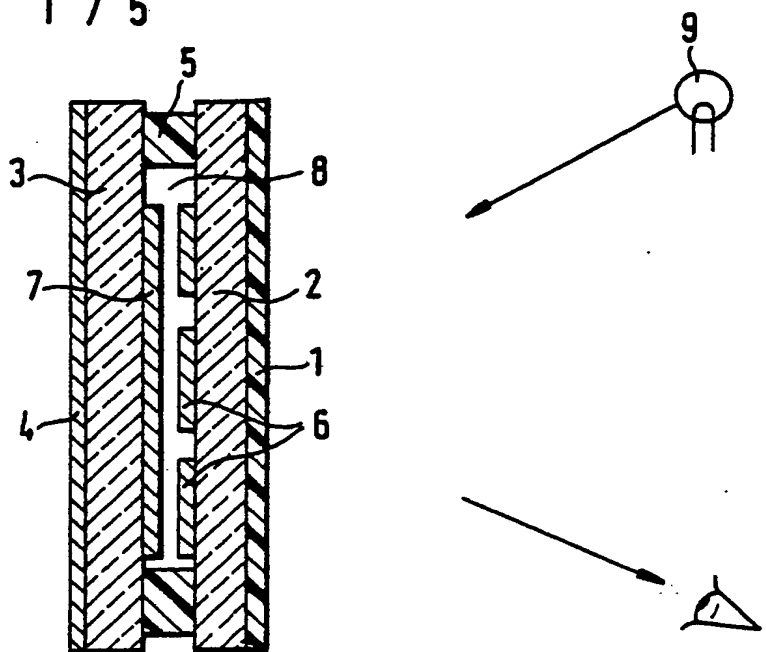


FIG. 2

2 / 5

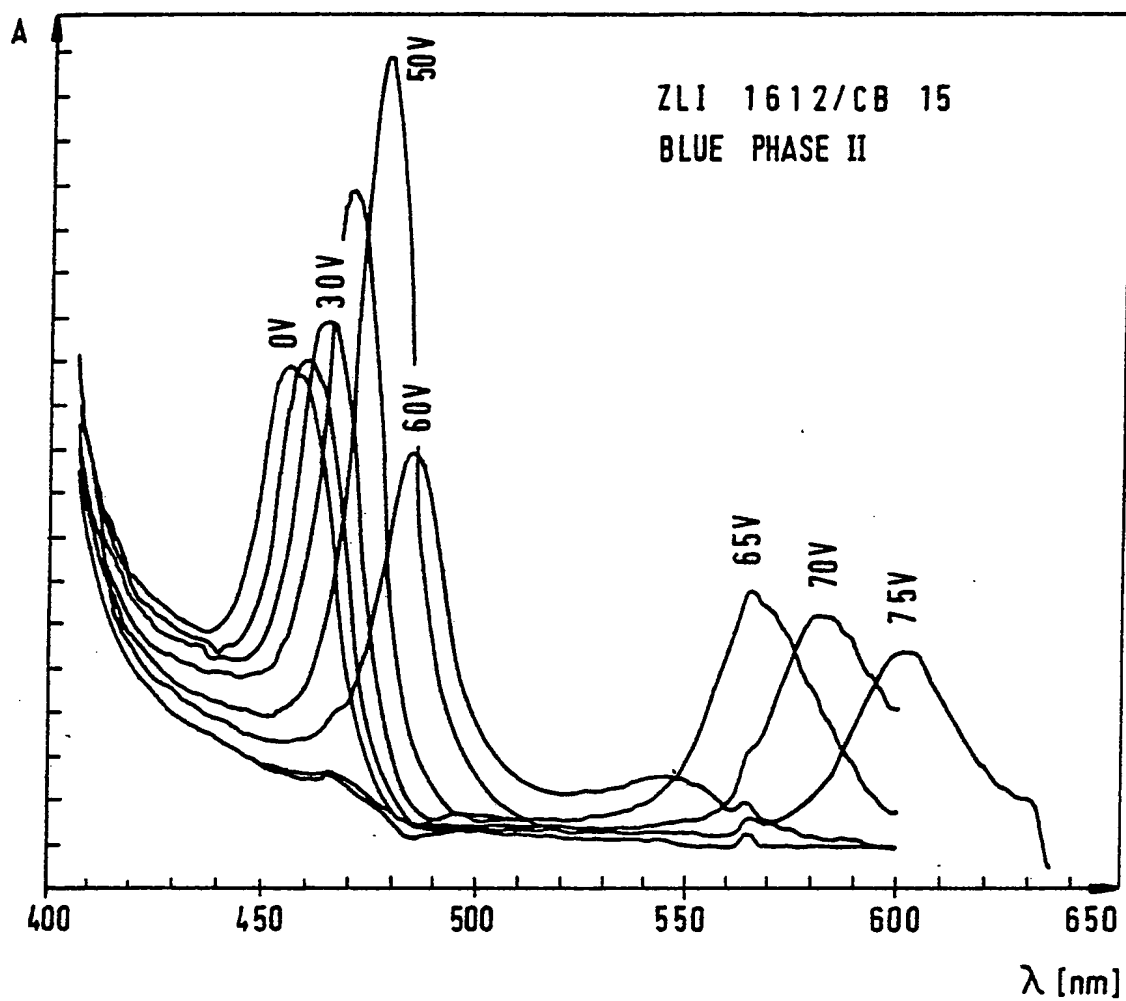


FIG. 3

3 / 5

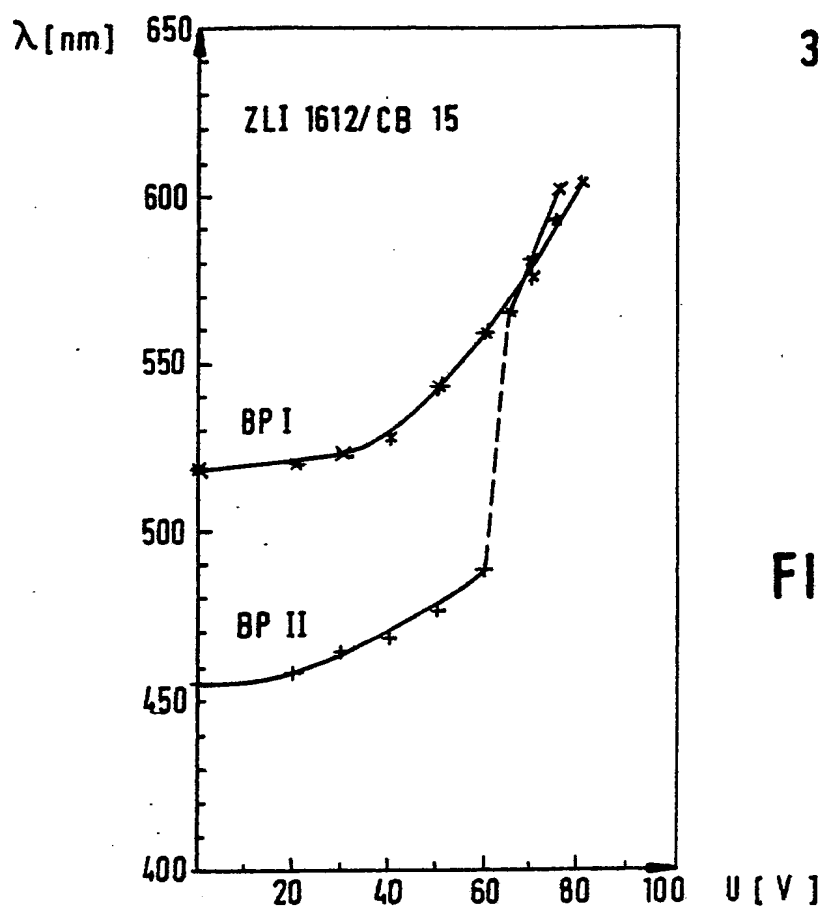


FIG. 4

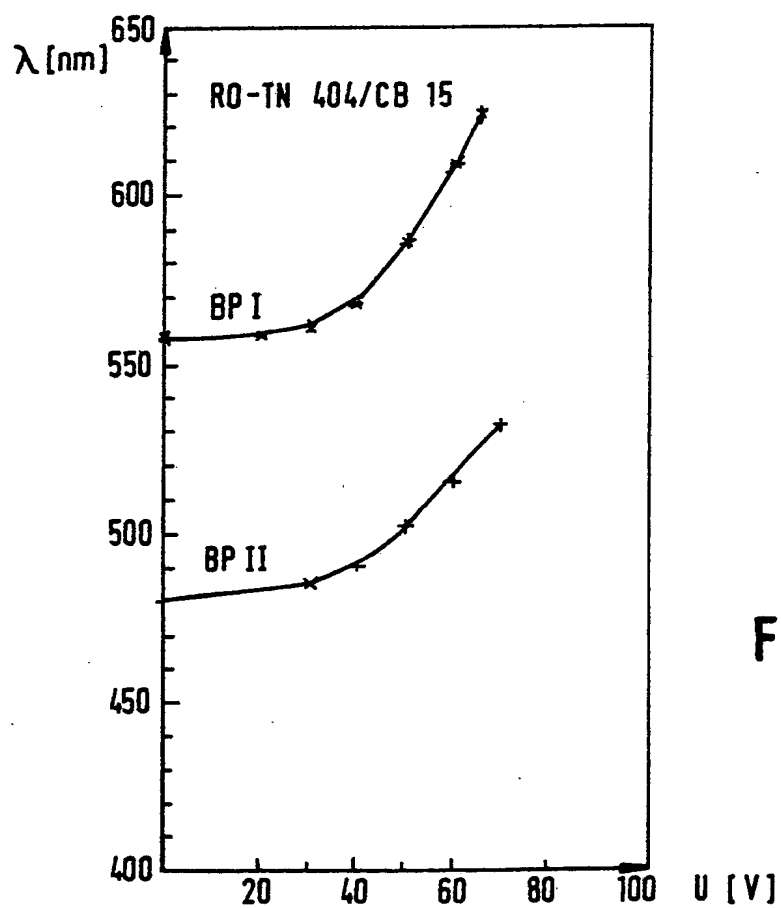


FIG. 7

4 / 5

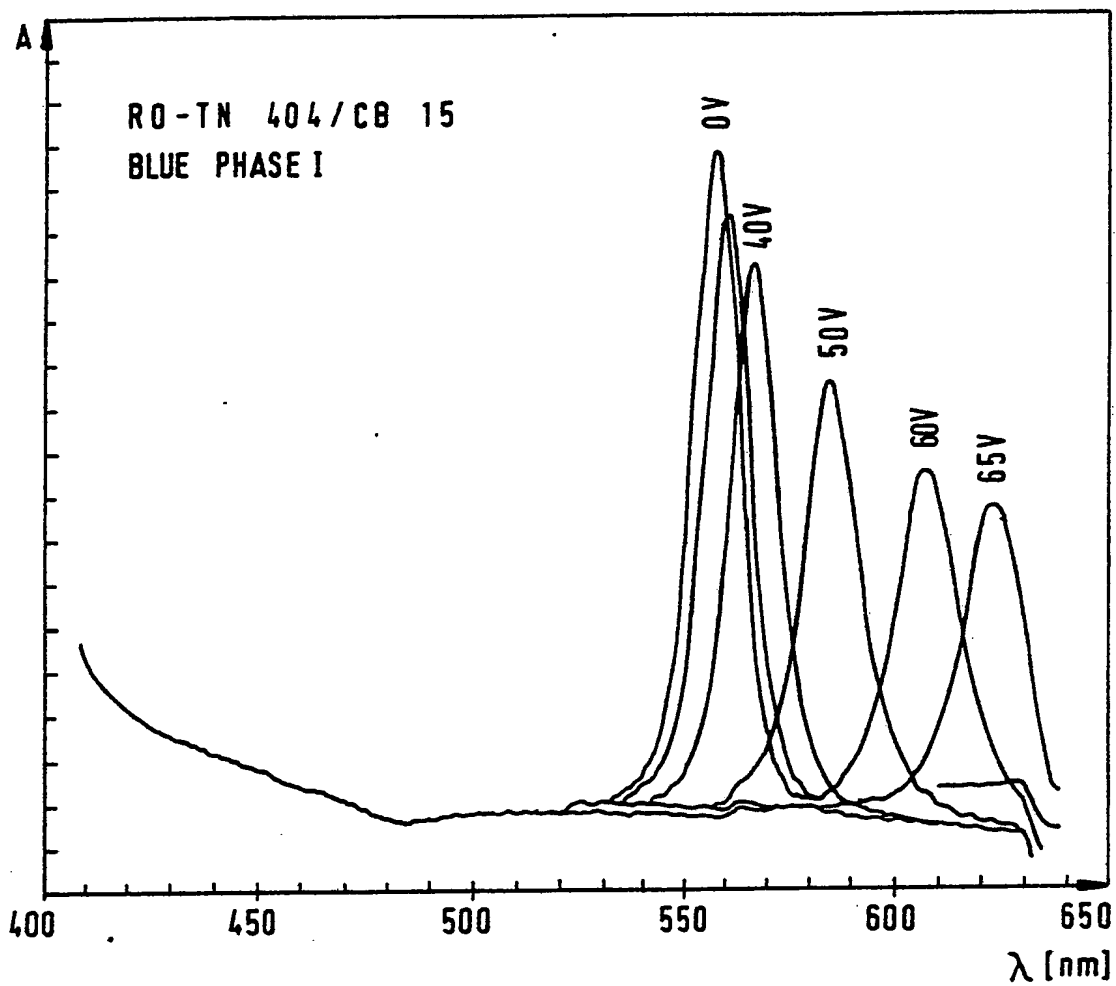


FIG. 5

5 / 5

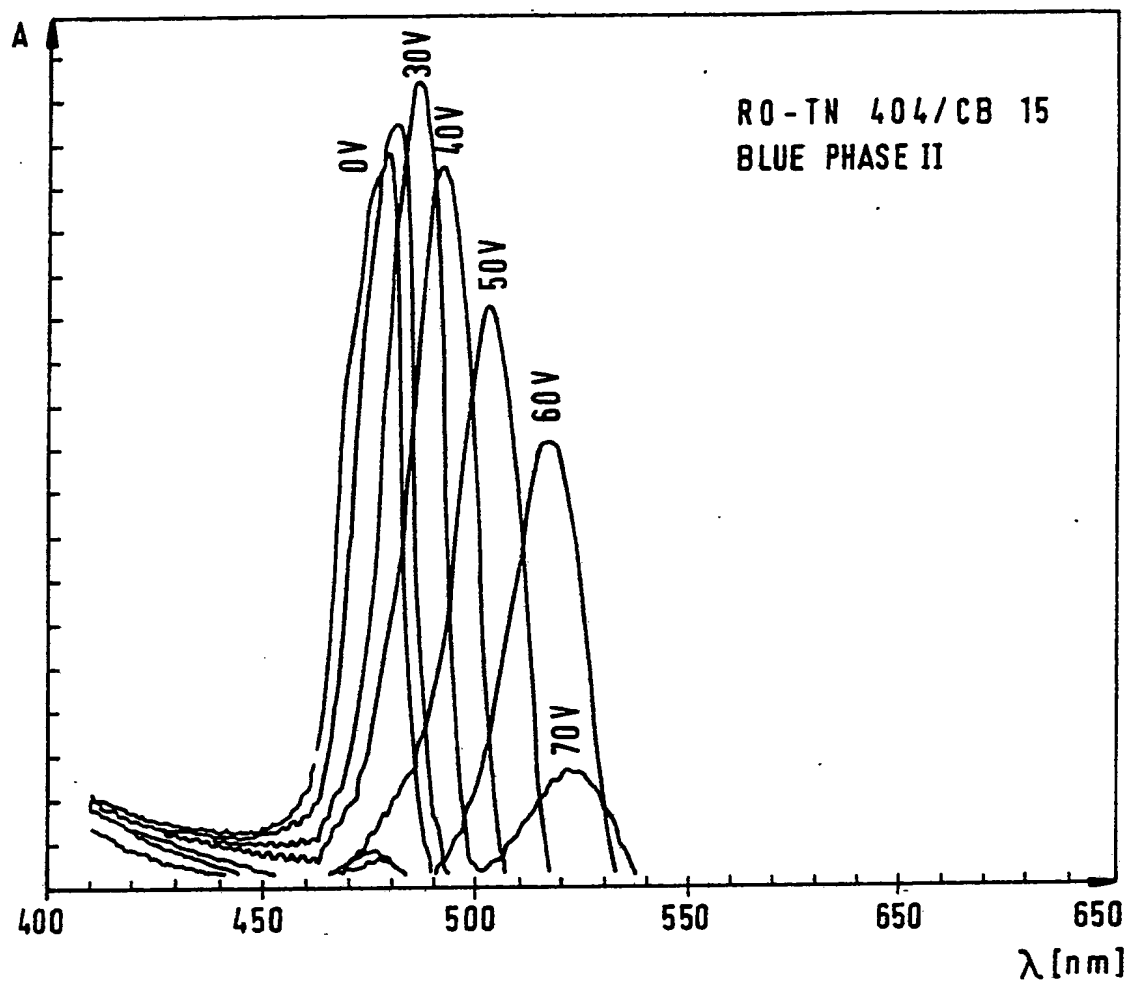


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No PCT/ EP 83/00307

I. CLASSIFICATION F SUBJECT MATTER (If several classification symbols apply, indicate all) ² According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl. ³ : G 02 F 1/137; G 02 B 5/30						
II. FIELDS SEARCHED <div style="text-align: center;">Minimum Documentation Searched ⁴</div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 20%;">Classification System</th> <th style="width: 80%;">Classification Symbols</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 10px;">Int.Cl.³</td> <td style="text-align: center; padding: 10px;">G 02 F</td> </tr> </table> <div style="text-align: center;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched ⁵</div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. ³	G 02 F
Classification System	Classification Symbols					
Int.Cl. ³	G 02 F					
III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT ¹⁴						
Category ⁶	Citation of Document, ¹⁵ with indication, where appropriate, of the relevant passages ¹⁷	Relevant to Claim No. ¹⁸				
A	Molecular Crystals and Liquid Crystals, vol. 84, no. 2 1/4, published in 1982, New York (US) P.L. Finn et al.: "Cholesteric blue phases in mixtures and in an electric field", see pages 159-192, in particular page 160 and paragraph III B3 (Cited in the application)	1				
A	Molecular Crystals and Liquid Crystals, vol. 64, (Letters) no. 2, published in 1980, New York (US) D. Armitage et al.: "Liquid crystal blue phase to isotropic transition and electric field response", pages 41-50 (Cited in the application)	1				
A	Molecular Crystals and Liquid Crystals, vol. 64, (Letters), no. 3, published in 1980, New York (US) I. Fedak et al.: "Electric field induced changes in the selective reflection band of cholesteric liquid crystals", pages 69-79 (Cited in the application)	1				
A	US, A, 3957347 (F. D. SAEVA) 18 May 1976					
P,X	Molecular Crystals and Liquid Crystals, vol. 99, no. 1/4, published in 1983, New York (US) (Proceedings of the Ninth International Liquid Crystal Conference, Bangalore, India, 6-10 December 1982) G. Heppke et al.: "Observation of electro-optical effects in blue phase systems", pages 99-105, in particular pages 99 and 105, figures 3 and 4	1,2				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>¹⁰ Special categories of cited documents: ¹⁰</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"Δ" document member of the same patent family</p> </div> </div>						
IV. CERTIFICATION						
Date of the Actual Completion of the International Search ³ 21 February 1984 (21.02.84)		Date of Mailing of this International Search Report ³ 12 March 1984 (12.03.84)				
International Searching Authority ¹ European Patent Office		Signature of Authorized Officer ¹⁹				

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/EP 83/00307 (SA 6003)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 01/03/84

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A- 3957347	18/05/76	None	

For more details about this annex :
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 83/00307

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ³		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC Int.Kl.³: G 02 F 1/137; G 02 B 5/30		
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁶		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. ³	G 02 F	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁵		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN⁴		
Art ⁷	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der Maßgeblichen Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. ¹⁸
A	Molecular Crystals and Liquid Crystals, Band 84, Nr. 2 1/4, veröffentlicht 1982, New York (US) P.L. Finn u.a.: "Cholesteric blue phases in mixtures and in an electric field", siehe Seiten 159-192, insbesondere Seite 160 und Absatz III B3 (In der Anmeldung erwähnt) --	1
A	Molecular Crystals and Liquid Crystals, Band 64 (Letters) Nr. 2, veröffentlicht 1980, New York (US) D. Armitage u.a.: "Liquid crystal blue phase to iso- tropic transition and electric field response", Seiten 41-50 (In der Anmeldung erwähnt) --	1
./.		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>[*] Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁹:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
IV. BESCHEINIGUNG		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche ²		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts ²
21. Februar 1984		12 MAR 1984
Internationale Recherchenbehörde ¹		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten ¹
Eur päisches Pat ntamt		G.L.M. KRUYDENBERG

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (FORTSETZUNG VON BLATT 2)		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung, ¹⁶ soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹⁷	Betr. Anspruch Nr. ¹⁸
A	<p>Molecular Crystals and Liquid Crystals, Band 64 (Letters), Nr. 3, veröffentlicht 1980, New York (US) I.Fedak u.a.: "Electric field induced changes in the selective reflection band of cholesteric liquid crystals", Seiten 69-79</p> <p>(In der Anmeldung erwähnt)</p> <p>--</p>	1
A	<p>US, A, 3957347 (F.D. SAEVA) 18. Mai 1976</p> <p>--</p>	
P,X	<p>Molecular Crystals and Liquid Crystals, Band 99, Nr. 1/4, veröffentlicht 1983, New York (US) (Proceedings of the Ninth International Liquid Crystal Conference, Bangalore, India, 6-10 Dezember 1982) G. Heppke u.a.: "Observation of electro-optical effects in blue phase systems", Seiten 99-105, insbesondere Seiten 99 und 105; Figuren 3 und 4</p> <p>-----</p>	1,2

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/EP 83/00307 (SA 6003)

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 01/03/84

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A- 3957347	18/05/76	Keine	

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang :
siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82